

Министерство науки и образования Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования

**Пермский национальный исследовательский  
политехнический университет**

*Факультет прикладной математики и механики  
Кафедра «Динамика и прочность машин»*



УТВЕРЖДАЮ

И.о. проректор по учебной работе

Н. В. Лобов

25» 102 2022 г.

**РАБОЧАЯ  
ПРОГРАММА ПРАКТИКИ**

Вид практики: Производственная

Тип практики: научно-исследовательская работа  
(НИР)

Форма проведения: распределенная в семестре

Объем практики: 9 ЗЕ

Продолжительность практики: 324 час.

Уровень высшего образования: бакалавриат

Форма обучения: очная

Направление подготовки: 15.03.03 – Прикладная механика

Направленность образовательной программы: «Динамика и прочность машин,  
приборов и аппаратуры»

## 1. Общие положения

В соответствии с Федеральным законом от 29 декабря 2012 г. N 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» и «Положением о практической подготовке обучающихся», утвержденным приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации и Министерства просвещения Российской Федерации от «5» августа 2020 г. № 885/390 практика относится к практической подготовке обучающихся, как форме организации образовательной деятельности при освоении образовательной программы в условиях выполнения обучающимися определенных видов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью и направленных на формирование, закрепление, развитие практических навыков и компетенций по профилю соответствующей образовательной программы.

### 1.1. Цели и задачи практики

Цель: заключается в формировании способности анализировать, критически осмысливать и представлять информацию, осуществлять поиск научно-технической информации, приобретать новые знания, в том числе с помощью информационных технологий; способности ставить и решать научно-исследовательские задачи в области проведения прочностных расчетов различных конструкций.

Задачи:

- формирование умений и навыков проведения научно-исследовательской работы, разработки инструментария исследований в прикладной механике;
- выполнение научно-исследовательской работы, с применением аналитических, экспериментальных и вычислительных методов;
- проведение обработки и анализа результатов научно-исследовательской работы.

### 1.2. Место практики в структуре образовательной программы

**Блок 2 (модуль2): Б2 «Практики», Курс: 3,4 (6, 7 семестр)**

Таблица 1 - **Связь с дисциплинами учебного плана**

<b>Перечень предшествующих дисциплин</b>	<b>Перечень последующих дисциплин</b>
Механика стержневых систем, Аналитические методы решения задач теории упругости, Экспериментальная механика	Критерии прочности и пластичности, Дополнительные главы динамики, Прикладные задачи механики, Преддипломная практика

### 1.3. Способ проведения практики

Стационарная практика.

### 1.3. Место проведения практики

Практика проводится на кафедре «Динамика и прочность машин» ПНИПУ. Практика осуществляется в виде непрерывного цикла во время, свободное от теоретического обучения, согласно утвержденному учебному плану.

Практика для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов проводится с учетом особенностей их психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья.

## 1.4. Формы отчетности по практике

Письменные отчёты по практике в форме отчетов по НИР; 6, 7 семестры – дифференцированный зачет.

## 2. Планируемые результаты обучения при прохождении практики

Наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции, с которыми соотнесены планируемые результаты обучения	Перечень планируемых результатов обучения при прохождении практики
<b>ПК-1.1.</b> Способен проводить проектирование и оценку прочности различных объектов аэрокосмической техники, строительных конструкций, автомобилестроения, приборостроения и машиностроения	<b>ИД-1<sub>ПК-1.1</sub> Знает</b> - основные разделы математики, механики деформируемых тел, теории колебаний; - современные методы проведения расчетов напряженно-деформированного состояния конструкций, - численные методы моделирования, включая метод конечных элементов; <b>ИД-2<sub>ПК-1.1</sub> Умеет</b> - применять специальные методики расчета параметров нагружения; - применять специальные методики расчета конструкций на прочность, устойчивость и жесткость; - применять современные системы автоматизированного проектирования (САПР), в том числе: пакеты прикладных программ конечно-элементного анализа, пакеты программ для создания электронных геометрических моделей; - читать проектную конструкторскую и нормативную документацию <b>ИД-3<sub>ПК-1.1</sub> Владеет навыками</b> - разработки статических и динамических моделей; - применения современных методов, средств и стандартов, прикладных комплексов программ используемых при проектировании.	<b>Владеть умениями и навыками:</b> - современные методы проведения расчетов напряженно-деформированного состояния конструкций; - применять современные системы автоматизированного проектирования (САПР), в том числе: пакеты прикладных программ конечно-элементного анализа; - разработки статических моделей с применением прикладных комплексов программ используемых при проектировании.

<p><b>ПК-2.1.</b> Способен планировать и проводить инженерный эксперимент в области прикладной механики с использованием современного исследовательского оборудования и приборов, оценивать современных методов и средств, обрабатывать полученные результаты исследований.</p>	<p><b>ИД-1пк-2.1</b> <b>Знает</b> современные методы и средства проведения статических и вибродинамических испытаний материалов и конструкций; современные методы обработки экспериментальных данных.</p> <p><b>ИД-2пк-2.1</b> <b>Умеет</b> проводить анализ полученных результатов; применять пакеты прикладных программ для обработки экспериментальных данных.</p> <p><b>ИД-3пк-2.1</b> <b>Владеет навыками</b> обработки экспериментальных данных по результатам натуральных и модельных исследований; применения современных методов, средств и стандартов инженерного эксперимента; верификации математической модели по результатам экспериментальных исследований.</p>	<p><b>Владеть умениями и навыками:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- применения современных методов и средств проведения статических испытаний материалов и конструкций;</li> <li>- обработки экспериментальных данных.</li> <li>современных методов, средств эксперимента;</li> <li>- проведения анализа полученных результатов, с применением пакетов прикладных программ для обработки экспериментальных данных.</li> </ul>
---	--	---

### 3. Содержание практики

#### 3.1. Содержание видов работы обучающихся на практике

Основной целью производственной практики (НИР) является формирование умений и навыков в рамках заданных компетенций, необходимых для выполнения НИР, по направлению подготовки бакалавров 15.03.03. «Прикладная механика».

Общая структура производственной практики (НИР) предусматривает 2 этапа:

**Этап 1 (семестр 6). Практикум по** разработке статических моделей с применением прикладных комплексов программ, используемых при проектировании.

- обретение навыков постановки и решения задач прикладной механики в конечно-элементной постановке;
- самостоятельное численное решение индивидуальных задач в пакетах прикладных программ;
- подготовка отчета по этапу практики и его защита.

**Этап 2 (семестр 7). Практикум по** верификации математических моделей по результатам экспериментальных исследований.

- применение современных методов и средств проведения статических испытаний материалов и конструкций;
- обработка экспериментальных данных.
- современных методов, средств эксперимента;
- проведения анализа полученных результатов, с применением пакетов прикладных программ для обработки экспериментальных данных, подготовка и защита отчета по этапу практики.

Выполнение производственной практики (НИР) проводится по этапам индивидуального задания.

Содержание практики по видам работ и результатам обучения при прохождении производственной практики (НИР) представлено в таблице 2.

Таблица 2 – Содержание практики по видам работ и результатам обучения при прохождении практики

№ п/п	Наименование этапа и основных видов работ	Компетенции	Перечень результатов обучения
1	2	3	4
1	Этап 1	ПК-1.1	<b>Владеть умениями и навыками:</b> - современные методы проведения расчетов напряженно-деформированного состояния конструкций; - применять современные системы автоматизированного проектирования (САПР), в том числе: пакеты прикладных программ конечно-элементного анализа; - разработки статических моделей с применением прикладных комплексов программ используемых при проектировании.
2	Этап 2	ПК-2.1	<b>Владеть умениями и навыками:</b> - применения современных методов и средств проведения статических испытаний материалов и конструкций; - обработки экспериментальных данных. современных методов, средств эксперимента; - проведения анализа полученных результатов, с применением пакетов прикладных программ для обработки экспериментальных данных.

Тематика практики соотносится с профессиональными задачами, определенными СУОС ПНИПУ по направлению подготовки 15.0.03 «Прикладная механика», научными направлениями кафедры «Динамика и прочность машин», следующих типов:

- научно-исследовательские;
- расчетно-экспериментальный тип задач с элементами научно-исследовательской деятельности;
- проектно-конструкторский;

### 3.2. Структура практики в т.ч. формы контактной работы обучающегося с педагогическими работниками

Структура практики и трудоемкость практики представлена в таблице 3.

Таблица 3 – Структура практики и трудоемкость НИР

№ п/п	Виды учебных работ	Трудоемкость в АЧ		
		По семестрам		Всего
		6	7	
1	<b>Аудиторная контактная работа</b>	<b>90</b>	<b>36</b>	<b>126</b>
	- лабораторные	88	34	122
	Контроль самостоятельной работы (КСР)	2	2	4
2	<b>Самостоятельная работа студента на практике:</b>	<b>124</b>	<b>70</b>	<b>194</b>
	- решение индивидуальных задач с помощью пакетов прикладных программ	100	-	100
	- обработка и анализ эксперимента	-	50	50
	- подготовка отчета по этапу практики	24	20	44
3	Трудоемкость			
	Всего: в академич. часах (АЧ)	<b>216</b>	<b>108</b>	<b>324</b>
	в зачетных единицах (ЗЕТ)	<b>6</b>	<b>3</b>	<b>9</b>

### 3.3. Тематика индивидуальных заданий на практику

При прохождении практики виды работ должны быть согласованы с тематикой НИР кафедры и направлены на формирование навыков:

- поиска научно-технической информации;
- постановки проектно-конструкторских и научно-технических задач в области прикладной механики, включая расчетно-экспериментальную на основе знания проблем данной отрасли и опыта их решения, разработки плана исследования;
- выполнения исследования с применением средств прикладного программного и экспериментального обеспечения;
- разработки и обоснования выбора варианта решения научно-технической задачи;
- построения математической модели рассматриваемого объекта с использованием научно-методического аппарата прикладной механики, а также выполнение качественного анализа математической модели. Проведение сопоставления теоретических и экспериментальных результатов.
- оформления отчета по практике.

### 3.4. Перечень тем лабораторных работ

№ темы	Тема лабораторной работы	часы
<b>6 семестр</b>		
1	Введение в Ansys Workbench	4
2	Статическая прочность	10
3	Расчет устойчивости	10
4	Динамический анализ	10
5	Усталостная прочность	10
6	Расчет деформированного состояния элементов конструкций	10
7	Оптимизация конструкций	10
8	Расчет надежности конструкций	10
9	Связанные расчеты термоупругости	10
10	Температурные задачи	4
<b>7 семестр</b>		
11	Расчет статической прочности балочных конструкций	6
12	Расчет устойчивости пластин	4
13	Расчет устойчивости оболочек	6
14	Расчет колебаний	6
15	Связанные термо-прочные расчеты	6
16	Расчет динамической прочности	6
итого		122

## 4. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по практике

Показатели освоения компетенций на практике содержат характеристику видов работ, выполненных обучающимся во время практики (см. табл.2), критерии – указание на их объем и (или) качество выполнения в соответствии с технологией и (или) требованиями организации, в которой проходила практика. Критерии оценки уровней освоения компетенций по каждому показателю (индикатору достижения результатов обучения) при прохождении практики представлены в таблице 4.

Таблица 4 – Критерии оценки уровней освоения компетенций при прохождении практики

Вид деятельности, средство контроля	Критерии оценки уровней освоения компетенций по 100-балльной шкале оценивания результатов обучения			
	пороговый	продвинутый	высокий	
<b>Этап 1 (семестр 6). Практикум по разработке статических моделей с применением прикладных комплексов программ</b>				
Численное решение индивидуальных задач с помощью пакетов прикладных программ	Отчет этапа 1 практики	Продемонстрировано владение пакетом, этапы реализации задачи описаны неполно и анализ результатов расчета выполнен недостаточно всесторонне	Продемонстрировано уверенное владение пакетом, но этапы реализации задачи описаны неполно и анализ результатов расчета выполнен недостаточно всесторонне	Продемонстрировано уверенное владение пакетом, подробно описаны этапы реализации задачи и проанализированы результаты расчета
<i>Количество баллов</i>		3	4	5
<b>Этап 2 (семестр 7). Практикум по верификации математических моделей по результатам экспериментальных исследований.</b>				
Выполнение исследования с применением экспериментальных методов решения задач прикладной механики	Отчет этапа 2 практики	Выполнены экспериментальные исследования, проведена обработка результатов недостаточно, анализ результатов недостаточно всесторонне	Выполнены экспериментальные исследования, проведена обработка, анализ результатов недостаточно всесторонне	Самостоятельно выполнены экспериментальные исследования, проведены обработка и анализ результатов
<i>Количество баллов</i>		3	4	5

Оценка результатов практики производится по 5-балльной шкале с учётом следующих положений:

- «неудовлетворительной» считается работа магистранта на практике, результаты которой оценены ниже 3 баллов;
  - отметка «удовлетворительно» выставляется, если результаты практики оцениваются в пределах 3 баллов;
  - отметка «хорошо» выставляется при наличии 4 баллов;
  - отметка «отлично» - при наличии 5 баллов.

## 5. Перечень учебной литературы и ресурсов сети «Интернет», необходимых для проведения практики:

### 5.1. Учебно-методическая литература

№ п/п	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотеке
<b>1. Основная литература</b>		
1	Кузнецов И. Н. Научное исследование: методика проведения и оформление / И. Н. Кузнецов. - Москва: Дашков и К, 2004.	19
2	Ануфриев А.Ф. Научное исследование: Курсовые, дипломные и диссертационные работы / А.Ф.Ануфриев. - Москва: Ось-89, 2005.	6
3	М. З. Вайнштейн Основы научных исследований : Учебное пособие / М. З. Вайнштейн, В. М. Вайнштейн, О. В. Кононова. - Йошкар-Ола: Марийский государственный технический университет, Поволжский государственный технологический университет, ЭБС АСВ, 2011.	Электронный ресурс <a href="http://elib.pstu.ru/Record/iprbbooks83724">http://elib.pstu.ru/Record/iprbbooks83724</a>
<b>2. Дополнительная литература</b>		
4	Пижурин А. А. Методы и средства научных исследований : учебник для вузов / А. А. Пижурин, А. А. Пижурин (мл.), В. Е. Пятков. - Москва: ИНФРА-М, 2015.	2
5	Новиков Ю. Н. Подготовка и защита бакалаврской работы, магистерской диссертации, дипломного проекта : учебное пособие / Новиков Ю. Н. - Санкт-Петербург: Лань, 2019.	электронный ресурс <a href="http://elib.pstu.ru/vufind/Record/lanRU-LAN-BOOK-122187">http://elib.pstu.ru/vufind/Record/lanRU-LAN-BOOK-122187</a>
<b>2.1. Периодические издания</b>		
6	Журнал «Вестник ПНИПУ. Механика»	электронный ресурс <a href="https://ered.pstu.ru/index.php/mechanics/index">https://ered.pstu.ru/index.php/mechanics/index</a>

### 5.2. Электронная учебно-методическая литература и ресурсы сети «Интернет»

Вид литературы ЭБС	Наименование разработки	Ссылка на информационный ресурс	Доступность ЭБС (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / свободный)
Учебное издание	Методология научных исследований : Учебное пособие / Д. Э. Абраменков [и др.]. - Новосибирск: Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет (Сибстрин), ЭБС АСВ, 2015.	<a href="http://elib.pstu.ru/Record/iprbooks87456">http://elib.pstu.ru/Record/iprbooks87456</a>	локальная сеть ПНИПУ
Учебное издание	М. З. Вайнштейн Основы научных исследований : Учебное пособие / М. З. Вайнштейн, В. М. Вайнштейн, О. В. Кононова. - Йошкар-Ола: Марийский государственный технический университет, Поволжский государственный технологический университет, ЭБС АСВ, 2011.	<a href="http://elib.pstu.ru/Record/iprbooks83724">http://elib.pstu.ru/Record/iprbooks83724</a>	локальная сеть ПНИПУ



## 6. Перечень информационных технологий, используемых при проведении практики

### 6.1. Перечень программного обеспечения (ПО)

№ п.п.	Наименование программного продукта	Рег. номер	Назначение
1	Операционная система Microsoft Windows	42615552	прикладное программное обеспечение для работы с электронными таблицами, процессорами; системами по работе с базами данных; интегрированными пакетами программ
2	Microsoft Office	42661567	офисный пакет приложений для работы с различными типами документов: текстами, электронными таблицами, базами данных и др.
3	Microsoft Excel	42661567	прикладное программное обеспечение для работы с электронными таблицами, процессорами;
4	MATLAB	568405	прикладное программное обеспечение для расчетов
5	ANSYS Mechanical 13	Сетевая лицензия ЦВВС ПНИПУ444 632	прикладное программное обеспечение
6	Mathematica Professional Version Class A Educational	Сетевая лицензия ЦВВС ПНИПУ	прикладное программное обеспечение
7	КОМПАС-3DV10	К-08-1911	Программный комплекс

### 6.2. Перечень информационных справочных систем

№ п/п	Наименование	Ссылка на информационный ресурс
1	Консультант Плюс – справочная правовая система : документы и комментарии : универсал. информ. ресурс – Версия Проф, сетевая. – Москва, 1992– .	Режим доступа: Компьютер. сеть Науч. б-ки Перм. нац. исслед. политехн. ун-та, свободный
2	eLibrary [Электронный ресурс: полнотекстовая база данных: электрон. журн. на рус, англ., нем. яз.: реф. и наукометр. база данных] / Науч. электрон. б-ка. – Москва, 1999-.	<a href="http://elibrary.ru/">http://elibrary.ru/</a> авторизованный доступ
3	Web of Science (Web of Knowledge) [Electronic resource: реф. и наукометр. база данных на англ. яз. по всем отраслям знания] / Thomson Reuters. – New York, 2001-.	<a href="http://apps.webofknowledge.com/">http://apps.webofknowledge.com/</a> авторизованный доступ
4	Лань [Электронный ресурс: электрон-библ. система: пол-нотекстовая база данных электрон. документов по гуманитар., естеств. и техн. наукам] / Изд-во «Лань». – Санкт-Петербург: Лань, 2010-.	<a href="http://e.lanbook.com/">http://e.lanbook.com/</a> авторизованный доступ
5	Электронная библиотека Научной библиотеки Пермского национального исследовательского политехнического университета [Электронный ресурс: полнотекстовая база данных электрон. документов изданных в Изд-ве ПНИПУ]. – Электрон. дан. (1 912 записей). – Пермь, 2014.	<a href="http://elib.pstu.ru/">http://elib.pstu.ru/</a> авторизованный доступ
6	Science [Электронный ресурс]: [электрон. версия еженед. междисциплинар. науч. журн. на англ. яз.] / The American Association for the Advancement of Science (AAAS). – Washington, 2017.	<a href="http://www.sciencemag.org/magazine">http://www.sciencemag.org/magazine</a> авторизованный доступ
7	Электронная библиотека Юрайт [Электронный ресурс] : [платформа и полнотекстовая база данных : электрон. версии кн. по гуманитарн., естеств. и техн. наукам] / ООО «Электрон. изд-во ЮРАЙТ». – [Москва, 2013-].	<a href="https://www.biblio-online.ru">https://www.biblio-online.ru</a> авторизованный доступ

## 7. Описание материально-технической базы, необходимой для проведения практики

Для самостоятельной работы студентов, подготовки отчетов и презентаций им доступен компьютерный класс кафедры со стандартным набором программного обеспечения, сетью Internet и доступом к электронным научным подписным ресурсам, периодическим изданиям и научной монографической литературе научной библиотеки ПНИПУ.

Для проведения лабораторных работ требуется специализированная аудитория компьютерный класс, оборудованная мультимедийным комплексом и программным обеспечением, а также испытательная лаборатория динамики и прочности машин.

Таблица 7.1 Специализированные лаборатории и классы

№ п.п.	Помещения			Площадь, м <sup>2</sup>	Количество посадочных мест
	Название	Принадлежность (кафедра)	Номер аудитории		
1	2	3	4	5	6
1	Испытательная лаборатория ДПМ	Кафедра ДПМ	010	120	20
2	Компьютерный класс	Кафедра ДПМ	212	32	20

Разработчик,

доцент каф. ДПМ, к.т.н.

Е.В. Кузнецова

Зав. кафедрой ДПМ,

профессор, д.т.н.

В.П. Матвеев

СОГЛАСОВАНО

Начальник учебно-методического управления,

канд. техн. наук

Д.С. Репецкий

Приложение 1  
Форма титульного листа отчета по практике

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования

**«Пермский национальный исследовательский  
политехнический университет»**

Факультет прикладной математики и механики

Кафедра «Динамика и прочность машин»

направление подготовки: 15.03.03 – Прикладная механика

профиль бакалавриата: ««Динамика и прочность машин, приборов и аппаратуры»»

**О Т Ч Е Т**  
**по производственной практике**  
**научно-исследовательская работа (НИР)**  
(этап \_\_\_)  
( \_\_\_ семестр)

Тема исследования

Выполнил студент гр. \_\_\_

\_\_\_\_\_  
(Фамилия, имя, отчество)

\_\_\_\_\_  
(подпись)

Проверил:

\_\_\_\_\_  
(должность, Ф.И.О. руководителя НИР)

\_\_\_\_\_  
(оценка)

\_\_\_\_\_  
(подпись)

\_\_\_\_\_  
(дата)

Пермь 20\_\_

## Основные пункты содержания пояснительной записки к отчету

### 1. Введение

#### Цели и задачи производственной практики (НИР)

**Цель:** заключается в формировании заданных компетенций, обеспечивающих подготовку бакалавров к научно-исследовательской деятельности по профилю бакалавриата.

**Задачи:**

- формирование совокупности теоретико-методологических и методических знаний о проведении научных исследований в технике и технологии;
- формирование умений и навыков проведения научно-исследовательской работы, разработки инструментария исследований в области прикладной механики;
- научно-исследовательская подготовка к выполнению выпускной квалификационной работы по профилю бакалавриата.

### 2. Основная часть

включает разделы (задания),  
обозначенные в рабочем плане (графике) НИР

### 3. Заключение

### 4. Список использованной литературы

### 5. Приложения (при необходимости)

## Лист регистрации изменений

№ п/п.	Содержание изменения	Дата, номер протокола заседания кафедры. Подпись заведующего кафедрой
	2	3